

УДК 519.876.5

DOI:10.18413/2518-1092-2017-2-1-48-54

Жихарев А.Г.
Шарапов Д.П.**СИСТЕМНО-ОБЪЕКТНОЕ ИМИТАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ
СИСТЕМ МАССОВОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ НА ПРИМЕРЕ
"МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНОГО ЦЕНТРА ПРЕДОСТАВЛЕНИЯ
ГОСУДАРСТВЕННЫХ И МУНИЦИПАЛЬНЫХ УСЛУГ"**

Белгородский государственный национальный исследовательский университет, ул. Победы д.85,
г. Белгород, 308015, Россия
e-mail: zhikharev@bsu.edu.ru, 947442@bsu.edu.ru

Аннотация

В данной статье рассматривается имитационная системно-объектная модель деятельности по оказанию услуг в Государственном автономном учреждении Белгородской области "Многофункциональный центр предоставления государственных и муниципальных услуг".

Ключевые слова: Оказание услуг, система, модель, моделирование.

UDC 519.876.5

Zhikharev A.G.
Sharapov D.P.**SYSTEM-OBJECT IMITATIVE MODELING OF THE MASS SERVICE
SYSTEM BY THE EXAMPLE "MULTIFUNCTIONAL CENTER
OF PROVIDING STATE AND MUNICIPAL SERVICES"**

Belgorod State National Research University, 85 Pobedy St., Belgorod, 308015, Russia
e-mail: zhikharev@bsu.edu.ru, 947442@bsu.edu.ru

Abstract

In this article, an imitation system-object model of the provision of services in the State Autonomous Institution of the Belgorod Region "Multifunctional Center for the Provision of State and Municipal Services" is considered.

Keywords: Rendering services, system, model, modeling.

Рассмотрим применение программного инструментария имитационного моделирования процессов и систем «UFO-modeler» [1] для того, чтобы смоделировать деятельность организации по оказанию услуг и выявить при каком количестве клиентов, очередь будет критичной, а также ответить на вопрос: рационально ли функционирует система массового обслуживания.

В качестве объекта имитационного моделирования выступает Государственное автономное учреждение Белгородской области "Многофункциональный центр предоставления государственных и муниципальных услуг" (МФЦ). Для создания модели был произведён сбор данных о количестве обратившихся клиентов, которым были оказаны услуги в конкретном окне и среднее время оказания услуг. Сбор данных был произведен с 01.10.2016 по 31.10.2016. Работа учреждения осуществлялась с понедельника по субботу. Окна, где предоставляются услуги, были сгруппированы по участникам (территориальные органы федеральных органов исполнительной власти, исполнительные органы государственной власти Белгородской области, органы местного самоуправления, городские и районные организации). Количество участников составляет 22, всего доступных окон предоставляющие услуги составляет – 56 из них 44 осуществляли оказание услуг.

Используя исходный набор данных, можно корректно построить модель деятельности учреждения, но для этого требуется произвести вычисления следующих значений: нахождение суммы, среднего значения, диапазона отклонения, процентного распределения заявок и времени оказания услуг, которые сгруппированы по дням недели, значения времени и заявок на один день.

Для нахождения данных относящихся ко времени и заявкам, вычисления выполняются аналогичным образом.

Таблица 1

Фрагмент собранных данных за 1 день

Table 1

Fragment of collected data for 1 day

№ п/п	Участник МФЦ	Номер окна	Количество оказанных услуг	Среднее время ожидания услуги, мин.	Среднее время оказания услуги, мин.
1	Отдел приема и выдачи документов МФЦ	Окно 1	0	0	0
2	Управление социальной защиты населения администрации г. Белгорода, МБУ "Центр социальных выплат"	Окно 2	24	0.23	январь.32
3		Окно 3	39	0.40	февраль.40
4	Департамент строительства и архитектуры администрации г. Белгорода	Окно 4	0	0	0
5	Управление социальной защиты населения администрации г. Белгорода, МБУ "Центр социальных выплат"	Окно 5	13	0.70	июль.68
6	УФПС Белгородской области, филиал ФГУП "Почта России"	Окно 6	0	0	0
7		Окно 7	0	0	0
8	Комитет строительства администрации Белгородского района	Окно 8	0	0	0
9	ГУП "Белоблтехинвентаризация"	Окно 9	6	июнь.43	декабрь.77

Для нахождения среднего количества заявок или времени оказания услуг из сгруппированных данных, требуется выполнить расчеты по следующей формуле: $S_{ср} = S_{общ} / n$, где $S_{ср}$ – среднее количество заявок или время оказания услуги в рассматриваемой группе; $S_{общ}$ – суммарное количество заявок или время оказания услуги по конкретным дням недели; n – количество в рассматриваемой группе.

Диапазон отклонения вычисляется в несколько этапов. Первый этап заключается в нахождении отклонений по каждому дню недели, в каждой группе по следующей формуле: $R_x = (S_{ср} - S_x) / 100$, где x – номер дня недели в конкретной группе; R_x – значение в x день; $S_{ср}$ – среднее количество в рассматриваемой группе; S_x – суммарное значение в x день. Вторым этапом является нахождение по модулю минимального и максимального значения из найденных отклонений в конкретной группе. Полученные два значения и будут являться диапазоном отклонения. Этот диапазон позволит при моделировании получать новое значение, когда наступит новый день.

Следующими вычислениями будут нахождение процентного распределения. Для этого находится среднее значение для каждого окна в каждой группе данных. Среднее значение по каждому окну вычисляется по формуле: $S_{окно} = S_y / n$, где S_y – сумма значений по каждому окну; n – количество дней рассматриваемой группы. Затем вычисляется процентное распределение по следующей формуле: $P_x = (S_{окно} * 100) / S_x$, где P_x – процентное распределение по конкретному окну; $S_{окно}$ – среднее значение в конкретном окне; S_x – сумма средних значений по каждому окну за конкретные дни недели. Итоговыми вычислениями является применение процентного распределения и вычисленное значение с отклонением по следующей формуле: $N_{окно} = ((S_{ср} + \text{rand}) * P_x) / 100$, где rand – случайное число, лежащее в диапазоне отклонения.

Рассмотрим вычисление всех требуемых значений используя группировку данных по понедельникам, найдем сумму всех заявок и поделим на 5, чтобы найти среднее значение заявок по всем понедельникам. Сумма всех заявок за все понедельники – 4276. Среднее количество – $S_{ср} = 4276 / 5 = 855,2$.

Найдя среднее количество заявок за понедельники, необходимо вычислить диапазон, который в дальнейшем будет изменять среднее значение заявок по понедельникам. Диапазон отклонения – $R_1 = (855,2 - 608) / 100$, $R_1 = 2,472$. Выполнение подсчета остальных значений производится аналогичным образом, по окончании подсчета всех значений определяем по модулю максимум и минимум из вычисленных значений. Максимум – 3,518, минимум – 0,368.

Следующими вычислениями является нахождение среднего значения по каждому окну за 5 дней – $S_{окно2} = 193,2$, $S_{окно3} = 121,2$ и т.д. (табл. 3).

Следующими действиями (табл. 4) будут подсчет процентного распределения «Окно 2» $P_2 = (193,2 * 100) / 1100,033$. $P_2 = 17,5631$. После рассчитывается количество заявок на понедельники с учетом отклонения – $855,2 - 2,4 = 852,6 = 853$. Далее находится количество заявок на 1 день недели – $N_2 = (853 * 17,5631) / 100 = 30$ заявок. Нахождение для других окон находится аналогично.

Таблица 2

Фрагменты данных, после вычисления среднего количества заявок

Table 2

Fragments of data, after calculating the average number of applications

	Понедельники				
Окно 2	132	168	285	248	133
Окно 3	69	53	291	117	76
Окно 5	43	45	183	59	60
Окно 6	42	38	72	85	55
Окно 7	44	60	40	59	21
...					
Окно 50	69	32	36	63	55
Окно 53	0	0	0	0	0
Окно 55	6	4	7	5	8
Окно 56	36	41	44	25	43
Сумма x день	608	661	1207	892	908
Сумма всех заявок			4276		
Среднее количество			855.2		

Таблица 3

Фрагменты данных после вычисления диапазона распределения заявок

Table 3

Data fragments after calculating the range of allocation of applications

	Понедельник					Среднее знач.
Окно 2	132	168	285	248	133	193.2
Окно 3	69	53	291	117	76	121.2
Окно 5	43	45	183	59	60	78
...						
Окно 53	0	0	0	0	0	0
Окно 55	6	4	7	5	8	6
Окно 56	36	41	44	25	43	37.8
Сумма заявок	608	661	1207	892	908	1100.033
Сумма всех заявок		4276				
Среднее всех заявок		855.2				
Диапазоны	2.472	1.942	-3.52	-0.37	-0.53	
Модуль	2.472	1.942	3.518	0.368	0.528	
Мин	0.368					
Макс	3.518					

Таблица 4

Фрагмент данных при подсчете процентного распределения заявок

Table 4

A fragment of the data in the calculation of the percentage distribution of applications

Процентное распределение по понедельникам				
	%	Кол-во заявок за 5 дней		Кол-во заявок за 1 день
Окно 2	17.5631	149.81328	150	30
Окно 3	11.01785	93.982243	94	18.8
Окно 5	7.090694	60.483622	60	12
...				
Окно 53	0	0	0	0
Окно 55	0.545438	4.6525863	5	1
Окно 56	3.43626	29.311294	29	5.8
Сумма	100	853	853	170.7

Теперь необходимо произвести вычисления касающихся времени оказания услуг. Сумма времени за все понедельники – 911,8. Среднее количество – $S_{cp} = 911,8/5 = 182,4$.

Таблица 5

Фрагменты данных, после вычисления среднего количества времени

Table 5

Fragments of data, after calculating the average amount of time

	Понедельники				
Окно 2	2.03	1.55	2.17	1.37	1.92
Окно 3	2.72	4.93	1.72	2.53	2.58
Окно 5	6.83	6.72	3.3	5.77	4.48
Окно 6	8.4	26.38	6.82	4.43	13.6
Окно 7	3.07	2.8	5.45	2.68	2.45
...					
Окно 50	6.47	9.17	7.15	5.4	6
Окно 53	0	0	0	0	0
Окно 55	5.48	6.78	9.03	10.45	10.1
Окно 56	5.2	4.23	4.55	5.33	4.52
Сумма x день	89.33	115.49	93.69	101.82	511.49
Сумма всех заявок			911.82		
Среднее количество			182.36		

Следующими действиями необходимо вычислить диапазон, который в дальнейшем будет изменять среднее значение времени по понедельникам. Диапазон отклонения – $R_1 = (182,4 - 89,33)/100$, $R_1 = 0,93034$. Выполнение подсчета остальных значений R_x производится аналогичным образом. Так же, как и при вычислении диапазона отклонения заявок, находится и отклонение времени. Максимум – 0,329126, минимум – 0,066874.

Теперь необходимо подсчитать среднее значение суммы времени на каждое окно по всем понедельникам – $S_{окно2} = 1,808$, $S_{окно3} = 2,896$ и т.д.

Таблица 6

Фрагменты данных после вычисления диапазона распределения времени

Table 6

Data fragments after calculating the time distribution range

	Понедельник					Среднее знач.
Окно 2	2.03	1.55	2.17	1.37	1.92	1.808
Окно 3	2.72	4.93	1.72	2.53	2.58	2.896
Окно 5	6.83	6.72	3.3	5.77	4.48	5.42
...						
Окно 53	0	0	0	0	0	0
Окно 55	5.48	6.78	9.03	10.45	10.1	8.368
Окно 56	5.2	4.23	4.55	5.33	4.52	4.766
Сумма времени	89.33	115.5	93.69	101.8	511.5	506.1
Сумма всего времени		911.8				
Среднее значение времени		182.4				
Диапазоны	0.93	0.669	0.887	0.805	-3.29	
Модуль	0.93	0.669	0.887	0.805	3.291	
Мин	0.067					
Макс	0.329					

Процентное распределение для «Окно 2» $P_2 = (1,808 * 100) / 506,1$, $P_2 = 0,357$. Далее рассчитывается время на понедельники с учетом отклонения – $182,4 + 0,09 = 182,49 = 183$. Далее находится время обслуживания на 1 день недели – $N_2 = (183 * 0,357) / 100 = 0,653814$. Нахождение для других окон находится аналогично.

Таблица 7

Фрагмент данных при подсчете процентного распределения времени

Table 7

Fragment of data in calculating the percentage distribution of time

Процентное распределение по понедельникам		
	%	Время обслуживания
Окно 2	0.357	0,653814
Окно 3	0.572	1.0415365
Окно 5	1.071	1.9492846
Окно 6	2.357	4.2891453
Окно 7	0.65	1.1832373
Окно 8	1.212	2.2053529
...		
Окно 47	1.341	2.4402022
Окно 48	0	0
Окно 49	2.187	3.9794896
Окно 50	1.351	2.4592634
Окно 53	0	0
Окно 55	1.654	3.0095227
Окно 56	0.942	1.7140757
Сумма	100	183

Рассмотрим модель деятельности государственного учреждения в оказании услуг с применением методологии «Узел – Функция-Объект» [2], которая смоделирована и представлена на рисунках 1– 4.

На рисунке 8 изображена связь между населением г. Белгорода и государственным учреждением, для моделирования поступления заявок, был создан узел «День недели» имеющий возможность управления днем недели путем использования таймера дня (время работы учреждения). Когда таймер запускается, происходит определение номера дня недели. Затем этот номер передается в следующий узел «Население г. Белгород», позволяющий в зависимости от полученного номера вычислить количество заявок с применением отклонения. Далее это количество вместе с номером дня недели передается в узел «МФЦ» в котором происходит моделирование взаимодействия клиента и учреждения. Подробное описание этого узла представлена ниже. Результатом взаимодействия являются переданные обработанные заявки в узел «Обслуженные клиенты» для их подсчета.

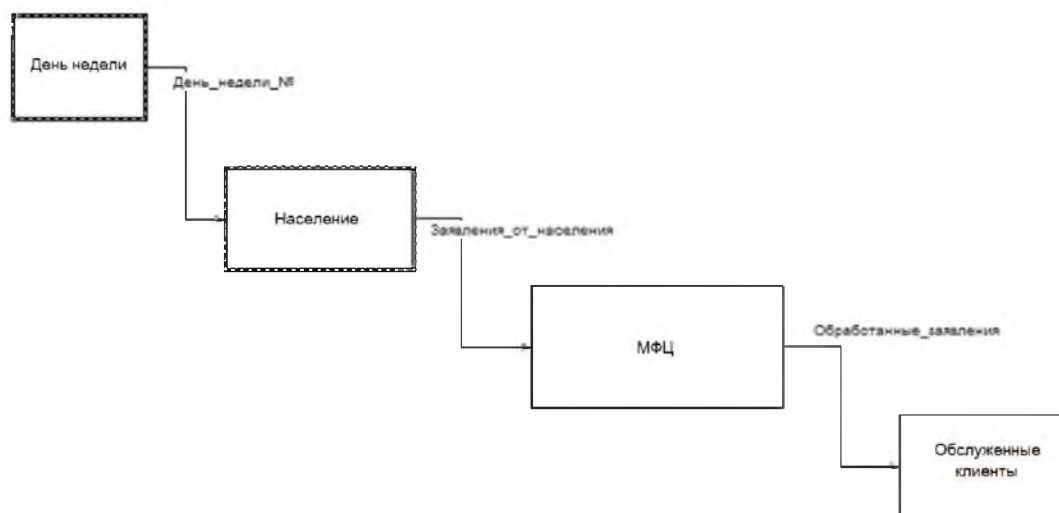


Рис. 1. Контекстная модель

Fig. 1. Context model

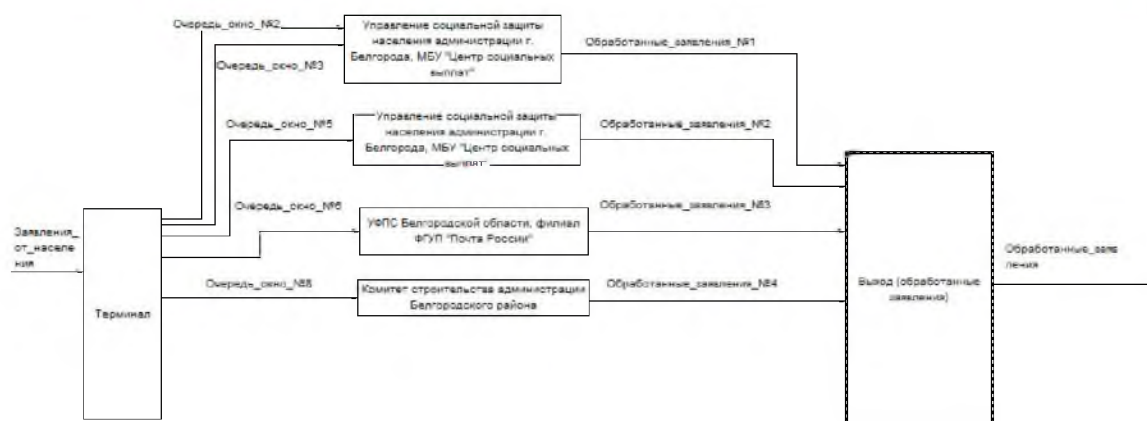


Рис. 2. Фрагмент декомпозиции узла «МФЦ».

Fig. 2. Fragment of the decomposition of the node «MFC»



Рис. 3. Фрагмент декомпозиции узла «Терминал»

Fig. 3. Fragment of decomposition of the node «Terminal»

Поступающие данные в узел «МФЦ» обрабатываются в узле декомпозиции «Терминал», который моделирует ситуацию, когда клиент берет талон и направляется в нужное окно. Результатом моделирования является увеличение значения заявок в связи между «Терминал» и требуемым окном. Подробное описание декомпозиции узла «Терминал» представлено далее. Каждое окно сгруппировано по узлам (названия узлов соответствуют названиям участников) декомпозиция которых представлена далее. Результатом группы узлов являются значения обработанных заявок, являющиеся в свою очередь входными значениями для суммирования в узле «Выход (обработанные заявления)».

Декомпозиция узла «Терминал» представляет собой узел «Распределение» получающий номер дня недели, количество заявок. Затем после получения данных, происходит выбор окна путем генерирования случайного числа. Если на исходящей связи узла «Распределение» и входящей связи выбранного узла (окна) стоит специальный флаг, то происходит увеличение количества заявок в этой связи, передача номера дня недели, количество заявок и уменьшение на входящей связи узла «Распределение». Иначе если специальный флаг не стоит, то увеличение заявок не производится и выполняется повторная генерация случайного числа.

Как только были переданные данные выбранному узлу, этот узел выполняет вычисление заявок в соответствии с процентным распределением и с учетом отклонения по конкретному окну. Затем из вычисленного значения вычитаются по мере поступления заявки и передаются далее на обработку. Когда вычисленное значение будет равно 0, специальный флаг снимается и прекращается поступление заявок от узла «Распределение» на этот узел.

Декомпозиция группы узлов отражающих группы участников содержит несколько или один узел, в котором поступившие заявки задерживаются на определенное время. Время задержек зависит от вычисленных ранее значений. Далее заявки передаются в узел сбора заявок «Сумма1», который отправляет для сбора с другими обработанными заявками из других групп.

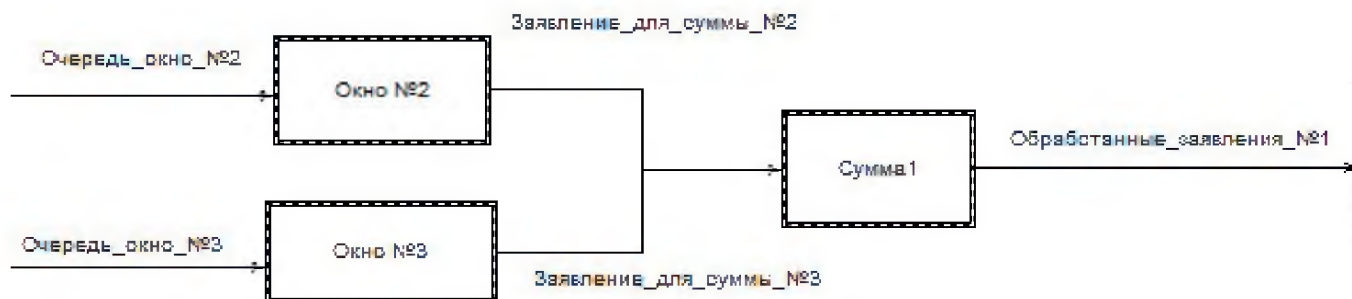


Рис. 4. Фрагмент декомпозиции узла «Управление социальной защиты населения администрации г. Белгорода, МБУ «Центр социальных выплат»

Fig. 4. Fragment of the decomposition of the node "Administration of Social Protection of Population of the Administration of Belgorod, MBU «Center for Social Payments»

Проведенные эксперименты с применением разработанной модели, показали, что модель является адекватной и позволяет моделировать различные варианты интенсивности поступающих заявок, вычислять среднее время обработки заявок и т.п.

Список литературы

1. Жихарев А.Г., Маторин С.И., Корчагина К.В. Имитационное моделирование с применением системного подхода и исчисления объектов // Объектные системы – 2016: материалы XII Международной научно-практической конференции (Ростов-на-Дону, 10-12 мая 2016 г.) / Под общ. ред. П.П. Олейника. – Ростов-на-Дону: ШИ (ф) ЮРГПУ (НПИ) им. М.И. Платова, 2016. С. 28-33.
2. Matorin S.I., Zhikharev A.G., Zimovets O.A. The elements of general theory of the systems in terms of system-object approach of «Unit-Function-Object» // International Journal of Applied Engineering Research. 2015. – Vol. 10, No. 24. – P. 44831-44837.

References

1. Zhikharev A.G., Matorin S.I., Korchagina K.V. Simulation modeling with the use of the system approach and the calculation of objects // Object systems – 2016: materials XII International Scientific and Practical Conference (Rostov-on-Don, May 10-12, 2016) / Under total. Ed. P.P. Oleinik. – Rostov-on-Don: ShI (f) YURPU (NPI) them. M.I. Platov, 2016, pp. 28-33.
2. S.I. Matorin, A.G. Zhikharev, O.A. Zimovets The elements of general theory of the systems in terms of system-object approach of «Unit-Function-Object» // International Journal of Applied Engineering Research – 2015. – Vol. 10, No. 24. – P. 44831-44837.

Жихарев Александр Геннадиевич, доцент кафедры информационных систем, кандидат технических наук
Шарапов Дмитрий Павлович, студент кафедры информационных систем

Zhikharev Aleksander Gennadievich, PhD in Technical Sciences, Associate Professor, Department of Information Systems

Sharapov Dmitry Pavlovich, Student, Department of Information Systems